



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 197 13 362 A 1

(51) Int. Cl. 6:

G 02 B 21/00

// H01L 21/66

(21) Aktenzeichen: 197 13 362.2  
(22) Anmeldetag: 29. 3. 97  
(43) Offenlegungstag: 1. 10. 98

(71) Anmelder:

Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

(72) Erfinder:

Scherübl, Thomas, Dr.-Ing., 14197 Berlin, DE;  
Czarnetzki, Norbert, Dipl.-Phys., 07747 Jena, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Konfokale mikroskopische Anordnung

(57) Mittels einer konfokalen mikroskopischen Anordnung, bestehend aus einer Beleuchtungsanordnung zur rasterförmigen Beleuchtung eines Objektes, ersten Mitteln zur Erzeugung einer ersten wellenlängenselektiven Aufspaltung des Beleuchtungslichtes und zweiten Mitteln zur Erzeugung einer zweiten wellenlängenselektiven Aufspaltung des vom Objekt kommenden Lichtes, parallel für mehrere Punkte des Objektes sowie Detektionsmitteln zur Erfassung der durch die zweiten Mittel erzeugten Lichtverteilung, wird ein Autofokus für ein konfokales Mikroskop realisiert, wobei mindestens punktweise eine spektrale Aufspaltung und Detektion eines wellenlängenselektiv beleuchteten Objektbildes erfolgt und aus der Bestimmung der Frequenz- und/oder Intensitätsabweichung von einem einer Objektlage entsprechenden vorgegebenen Referenzwert ein Steuersignal zur Verstellung der Fokuslage mittels der vertikalen Objektposition und/oder des Abbildungssystems des Mikroskops erzeugt wird, sowie weiterhin ein Verfahren zur Ermittlung von Abweichungen mindestens eines ersten Höhenprofils von mindestens einem gleichzeitig oder vorher detektierten zweiten Höhenprofil, vorzugsweise zur Erfassung und/oder Kontrolle von Defekten an Halbleiterstrukturen, wobei ein erstes Objekt mit einer Lichtquelle wellenlängenselektiv beleuchtet wird und das vom ersten Objekt stammende Licht detektiert und elektronisch mit einem vorher oder gleichzeitig detektierten zweiten Objekt verglichen wird.

DE 197 13 362 A 1

DE 197 13 362 A 1

## Beschreibung

Aus GB 2144537 A ist ein Gerät zur Profilvermessung von Oberflächen bekannt, das eine polychromatische Lichtquelle aufweist.

Das Beleuchtungslicht wird longitudinal spektral aufgespalten und auf ein Objekt fokussiert, wobei jedem Fokuspunkt eine bestimmte Wellenlänge entspricht. Das vom Objekt reflektierte Licht gelangt über einen Strahlenteiler auf ein dispersives Element und wird von diesem auf ein Fotodiodenarray fokussiert. Durch Auslesen des Fotodiodenarrays wird das stärkste Signal ermittelt und in Beziehung zur Objektoberfläche gebracht.

WO 88/10406 beschreibt eine Vorrichtung zur Messung von Abständen zwischen einem optischen Element mit großer chromatischer Abberation und einem Gegenstand, ebenfalls zur Profilvermessung, mit einer strukturierten Lichtquelle und einer spektraldispersiven Apparatur sowie einer CCD-Kamera.

In US 4965441 ist eine scannende, das heißt punktweise abtastende konfokale Anordnung mit erhöhter Tiefenauflösung beschrieben, wobei im Auswertestrahlgang zur Wellenlängenseparation dispersive Elemente angeordnet sind.

Das Prinzip eines scannenden Bilderzeugungsverfahrens mit einer Objektivlinse starker chromatischer Abberation und spektraler Zerlegung des vom Objekt rückgestreuten Lichtes ist auch Gegenstand von DE 44 19 940 A1.

WO 92/01965 beschreibt eine Anordnung zur simultanen Bilderzeugung mit bewegter Lochblende im Beleuchtungsstrahlgang, wobei das Objektiv eine hohe chromatische Abberation aufweisen kann und die Anordnung als Profilsensor verwendet werden soll.

In WO 95/00871 wird ebenfalls eine Anordnung mit bewegter Lochblende und einem fokussierenden Element mit axialem Chromatismus beschrieben, wobei im Auswertestrahlgang zwei Kameras vorgeordnete spektrale Filter vorgesehen sind.

Pixelweise erfolgt eine Signaldision zur Wellenlängenbestimmung.

Derartige Anordnungen sind auch aus SCANNING, Vol. 14, 1992, S. 145–153 bekannt.

Ein System zur Erzeugung eines Farbhöhenbildes wird weiterhin beispielsweise mit dem CSM Zusatz für das Axiotron-Mikroskop der Anmelderin realisiert.

Durch visuelle Auswertung des Farbbildes wird das Höhenprofil inspiziert.

Eine spezielle Anwendung ist dabei die Waferinspektion, d. h. die Detektion von Defekten auf Wafern (z. B. aufliegende Partikel, Unregelmäßigkeiten in der Struktur). Defekte werden dabei als farblich abgegrenzte Bereiche sichtbar. Damit können Höhenunterschiede  $< 0.1 \mu\text{m}$  farblich unterschieden werden. Der zugängliche Höhenbereich, die Farbspreizung, hängt vom verwendeten Objektiv ab und beträgt beispielsweise  $4 \mu\text{m}$  bei einem  $50\times$  Objektiv.

Bei der automatischen Waferinspektion ist eine schnelle Detektion von Defekten nötig. Übliche in der Praxis eingesetzte Verfahren arbeiten auf der Basis von Laserstreuung oder digitaler Bildverarbeitung. Damit können z. Zt. Defekte im Bereich  $0.2 \mu\text{m}$  mit einem typischen Durchsatz von 20 Wafern ( $\varnothing = 200 \text{ mm}$ ) pro Stunde detektiert werden. Laserstreuverfahren sind dabei auf den Nachweis von Partikel (Schmutz, Staub) beschränkt, während die digitale Bildverarbeitung auch andere Arten von Defekten, wie Strukturfehler sog. "Pattern Defects" nachweisen kann.

Mit zunehmender Integrationsdichte elektronischer Schaltkreise werden geringere Nachweigrenzen erforderlich. Bei einem 1 GB DRAM wird beispielsweise der Nachweis einer Defektgröße von  $0.1 \mu\text{m}$  als nötig betrachtet. Bei

Verfahren mit digitaler Bildverarbeitung ist die minimal nachweisbare Defektgröße durch das Auflösungsvermögen, die Inspektionsgeschwindigkeit durch die Rechnerkapazität bestimmt. Es muß dabei erheblicher elektronischer Rechen-  
5 aufwand betrieben werden, um die Informationen mit der entsprechenden Geschwindigkeit zu verarbeiten. Wird beispielsweise ein Wafer mit  $300 \text{ mm}$  Durchmesser mit einem  $0.3 \mu\text{m}$  Gitter abgerastert, so müssen insgesamt  $10^{12}$  Pixel mit digitaler Bildverarbeitung verarbeitet werden.

10 Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, eine schnelle und dennoch hochgenaue Detektion von Waferdefekten zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in  
15 den abhängigen beschrieben.

Das dargestellte Verfahren der integralen spektralen Zerlegung und Analyse der Farbbildinformation hat den Vorteil, daß Defekte deren Höhenausdehnung kleiner als  $0.1 \mu\text{m}$  ist, nachgewiesen werden können.

20 Die optische Vorverarbeitung durch eine spektrale Zerlegung ermöglicht darüber hinaus eine schnellere Verarbeitung des vorliegenden Höhenprofils, da das Höhenprofil des gesamten Bildfeldes komprimiert im Spektrum vorliegt. Ebenfalls läßt sich mit einer erfindungsgemäßen Anordnung  
25 ein hochgenauer Autofokus realisieren, auf den im weiteren noch näher eingegangen wird.

Die Erfundung und ihre Wirkungen und Vorteile werden nachstehend anhand der schematischen Darstellungen näher erläutert.

30 Es zeigen:

**Fig. 1** Das erfindungsgemäße Meß- und Auswerteprinzip,  
**Fig. 2** Verschiedene Höhenprofile und entsprechende

Farb-Höhenpektren,

**Fig. 3** Die Verschiebung einer Spektrallinie durch Höhenunterschiede einer Leiterbahnoberfläche,

**Fig. 4** Die Abbildung des erzeugten Zwischenbildes auf einen Spektrometereintrittsspalt,

**Fig. 5** Eine erste Ausführung mit Querschnittswandler,

**Fig. 6** Eine zweite Ausführung mit Querschnittswandler,

**Fig. 7** Eine Ausführung mit einer Farbkamera zur Bildauswertung,

**Fig. 8** Eine Ausführung mit mehreren Lasern unterschiedlicher Wellenlänge,

**Fig. 9** Spektren für verschiedene Höhenprofile bei Fokussierung auf zwei Ebenen mit den Laserwellenlängen 11 und 12.

Tabelle 1 Farbspreizungen für verschiedene Objektive.  
In einem parallel konfokalen Aufbau gemäß **Fig. 1** mit einer Lichtquelle 1, die eine Weißlichtquelle sein kann, aber 50 auch aus mehreren Lasern verschiedener Wellenlänge oder Mehrlinienlasern bestehen kann, Kollektorlinse 2, Spiegel 3 und einem optischen Teilelement 4, wird ein Lochraster 5, das sich in der Zwischenbildebene eines Mikroskopobjektivs 7 befindet, beleuchtet.

Bei dem Lochraster 5 handelt es sich um vorzugsweise um eine rotierende Nipkowscheibe oder auch eine Doppel-Nipkowscheibe mit Mikrolinsenanordnung, beispielsweise in EP 727 684 A2 beschrieben.

Die Lochrasteranordnung wird zum Abrastern des Bildes geeignet bewegt und erzeugt ein parallel konfokales Bild.

Durch einen Chromaten 6 wird ein gezielter Farblängsfehler in den Strahlengang eingebracht, derart, daß nach dem Strahldurchgang durch das farbkorrigierte Objektiv 7 die Fokuspunkte 8 der verschiedenen Farbanteile der Lichtquelle 1 in verschiedenen Ebenen liegen.

Dadurch erhält man ein parallel konfokales Bild des Objekts O, in dem die Höheninformationen durch eine entsprechenden Farbdarstellung optisch kodiert vorliegen.

Diese Farbdarstellung wird nun durch ein dispersives Element 9, das beispielsweise ein Prisma oder holographisches Gitter sein kann auf eine Diodenzeile oder CCD-Zeile 10 abgebildet, die mit einer Auswerte- und Verarbeitungseinheit 14 verbunden ist.

Die farblich kodierten Höhenprofile werden damit in ein äquivalentes Farbspektrum zerlegt. Dies ist in Fig. 2a-d dargestellt. Die spektralen Positionen der Maxima entsprechen dabei den zugehörigen Höhenlinien, während die Anzahl der Ereignisse (Fläche unter dem Maximum) dem Flächenanteil des jeweiligen Höhenniveaus proportional ist.

Das Objekt befindet sich auf einem nicht dargestellten xy-Verschiebetalisch und wird entweder in einer kontinuierlichen Bewegung oder in einer step-and-go Prozedur abgerastert.

Die Verstellung des Verschiebetalisches ist mit der Auslösung des Empfängers 10 synchronisiert, so daß eine eindeutige Zuordnung der ausgelesenen Höheninformation zur Lage auf dem Objekt O erfolgt.

Die Höheneinstellung in z-Richtung wird durch ein Autofocussystem oder durch einen speziellen weiter unten beschriebenen Höhenkontrollalgorithmus kontrolliert. In Fig. 2a-d ist ein Höhenprofil H sowie eine zu detektierende Defektstelle F sowie jeweils das dem Profil entsprechende, auf dem Empfänger 10 gemessene Spektrum S A-D und die bei der Auswertung gebildeten Differenzspektren S A-B, A-C, A-D dargestellt.

Es wird deutlich, daß durch Vergleich eines dem idealen Höhenprofil entsprechenden Spektrums SA mit den tatsächlich bei der Waferkontrolle gemessenen Spektren SB-SD eine Information über Art und Umfang der vorhandenen Defektstelle F gewonnen werden kann. Beispieldhaft und ohne Beschränkung der Allgemeinheit sind einige Fehlerarten F in Fig. 2 dargestellt. Fall A in Fig. 2a kennzeichnet ein ideales, fehlerfreies Höhenprofil. In Fig. 2b ist ein Partikel F auf der obersten Schicht, in Fig. 2c ein Partikel zwischen zwei Höhenstrukturen H skizziert. Fig. 2d zeigt eine fehlerhafte Verbindung V zwischen den beiden Höhenstrukturen H. Man erkennt, daß sich je nach Defekttyp die entsprechenden Spektren SA-SD unterscheiden. Ebenso unterscheiden sich die entsprechenden Differenzspektren A-B, A-C, A-D je nach vorliegenden Fehlerart hinsichtlich der Lage, Breite und Intensität der entsprechenden Maxima. Diese Unterschiede erlauben einen Rückschluß auf den vorliegenden Fehlerart und Fehlergröße.

Zur Defekterkennung bei Anwendungen beispielsweise in der Waferinspektion, können vorteilhaft verschiedene Verfahren angewendet werden:

1. Es werden zwei benachbarte Spektren aufgenommen und voneinander abgezogen, wie in Fig. 2 schematisch dargestellt. Mit einer Routine, z. B. Peak-Search-Routine, wie in der optischen Spektroskopie üblicherweise eingesetzt, werden die Maxima im Differenzspektrum bestimmt, die über einen vorher festgelegten Rauschpegel liegen. Liegen solche Maxima vor, befindet sich in dem untersuchten Bereich ein Defekt. Die Position und die entsprechenden Spektren bzw. das Referenzspektrum werden gespeichert. In einer Klassifizierungseinheit werden die Spektren später genauer ausgewertet, da in der Lage und Halbwertsbreite weitere Informationen über die Art der Defekte enthalten sind, die zu einer Defektklassifizierung verwendet werden.

2. Der Vergleich von Spektren erfolgt wie unter 1. beschrieben, nur wird als Vergleichsspektrum ein ideales gespeichertes Spektrum herangezogen.

3. Es werden zunächst mehrere Spektren aufgenommen und aus diesen durch Mittelung ein Referenzspek-

trum gebildet. Dieses gemittelte Referenzspektrum wird dann wie unter Punkt 1 beschrieben mit einem aktuellen Spektrum verglichen.

- 5 Bei dem angegebenen Defekterkennungsalgorithmus ist eine Höhenkontrolle nötig, da ein Höhenunterschied zu einer Verschiebung der Spektren zueinander führt. Prinzipiell kann diese Höhenkontrolle mit einem üblichen Autofocusystem durchgeführt werden oder mit dem nachfolgend beschriebenen Höhenkontrollalgorithmus, der die spektralen Höheninformation verwendet.

In Fig. 3 ist die spektrale Abweichung  $\Delta\lambda$  von einer Wellenlänge  $\lambda_0$ , die einer Höhenabweichung  $\Delta z$  entspricht, schematisch dargestellt.

- 15 Die Höhenlage des zu untersuchenden Objekts relativ zur Abbildungsoptik wird durch eine geeignete z-Einstellung, z. B. eines z-Tisches so gewählt, daß eine bestimmte spektrale Linie einem bestimmten Höhenniveau des Objekts entspricht. Diese Linie  $\lambda_0$  (Sollmaximum) charakterisiert idealerweise ein ausgezeichnetes Niveau, z. B. die Leiterbahnoberflächen eines Wafers.

Schwankungen in der Höhe (z-Richtung) um einen Betrag  $\Delta z$  entsprechen dann je nach eingestellter Farbspreizung und verwendeten Chromaten 6 (siehe beispielsweise Tabelle 1) einer Verschiebung dieser Hauptlinie um ein entsprechendes  $\Delta\lambda$ .

Bei einem beliebigen aufgenommenen Spektrum wird nun im Bereich von  $\lambda_0$  die genaue Lage des Maximums bestimmt.

- 30 Weicht das Maximum um eine vorher festgelegten Wert von  $\lambda_0$  ab, erfolgt eine Nachregelung der Z-Tischposition über ein Stellelement, vorzugsweise ein Piezostellelement. Ist die Abweichung geringer als dieser vorher festgelegte Wert wird das komplette Spektrum durch elektronische Mittel entsprechend verschoben und danach einer der oben beschriebenen Defekterkennungsalgorithmen durchgeführt.

Darüber hinaus eignet sich das oben angegebene Verfahren zur Höhenkontrolle vorteilhaft als ein Autofokusverfahren für ein konfokales Mikroskop. Die Vorteile der konfokalen Mikroskopie liegen bekanntermaßen darin, daß eine definierte Objektebene, die Fokusebene, im Bild herausgearbeitet wird. Durch das konfokale Prinzip wird die optische Abbildung von anderen Ebenen unterdrückt. Im Bild wird deshalb nur die Fokusebene sichtbar. Im Falle der Waferinspektion kann mit dem konfokalen Prinzip eine bestimmte Waferebene fokussiert werden. Alle anderen Ebenen erscheinen in diesem Bild dunkel. Bei Anwendungen, in denen nur eine bestimmte Ebene untersucht werden soll, ist damit das konfokale Verfahren vorteilhaft. Die digitalen Bildverarbeitung zur Defekterkennung wird damit vereinfacht.

- 45 55 Die Anwendung der konfokalen Mikroskopie zur Analyse von speziellen Ebenen, beispielsweise eines Wafers, erfordert aber ein hochgenaues Autofokussystem, das genau auf die interessierende Ebene fokussiert. Übliche Autofokusverfahren (wie z. B. das Triangulationsverfahren) messen nur die Höhenlage eines bestimmten Objektpunktes. Je nach vorliegender Struktur wird damit aber nicht unbedingt die interessierende Ebene fokussiert. Auch Mittelungsverfahren über mehrere Objektpunkte fokussieren nur auf eine beliebige Ebene.

Die vorliegenden Erfindung erlaubt jedoch durch die spektrale Analyse die Aufnahme eines Höhenhistogrammes, d. h. die Höhenverteilung über einen bestimmten Objektbereich. Eine Auswertung dieser Verteilung nach dem oben angegebenen Höhenkontrollalgorithmus ermöglicht dann die Fokussierung auf eine bestimmte Ebene, der beispielsweise die Wellenlänge  $\lambda_0$  in Fig. 3 entspricht.

In **Fig. 4** erzeugt ein Mikroskopobjektiv 7 mit einer Tubuslinse (nicht eingezeichnet) ein Zwischenbild Z, welches in der Ebene der Lochblendenanordnung 5 liegt. Dieses Zwischenbild wird mit Hilfe einer Abbildungsoptik 9 beispielsweise auf den Kameraausgang KA des Mikroskops abgebildet.

Ein Teil des Feldes dieses Kameraausgangs KA wird durch einen Spalt 11, der sich vorzugsweise in der Bildebene des Kameraausgangs oder einer zu ihr optisch konjugierten Ebene befindet, in ein Diodenarrayspektrometer abgebildet, das sich aus einem Gitter 12, hier ein holografisches Gitter, einer Diodenzeile 13 und einer Auswerteeinheit 14, bestehend hier aus Speicher, Anzeigeeinheit und Komparator, zusammensetzt.

Das Objekt wird durch einen step-and-go Modus mit einem nicht dargestellten xy-Tisch abgerastert.

Zur Erfassung der Tischposition sind beispielsweise bekannte interferometrische Wegmeßsysteme vorgesehen, wobei die Ansteuerung und Erfassung der Tischposition in x, y und Z-Richtung durch eine Verbindung mit der Auswerteeinheit 14 mit der spektralen Auswertung gekoppelt ist.

Es wird also in dieser Ausführung nur ein Teil des Zwischenbildfeldes in das Spektrometer übertragen. Die Auswertung bzw. Defekterkennung erfolgt in der Auswerteeinheit durch eine Vergleich mit einem gespeicherten idealen Höhenprofil (die-to-database Vergleich) oder mit einem oder mehreren vorhergehenden Höhenprofilen (die-to-die Vergleich) entsprechend dem oben dargestellten Defekterkennungsalgorithmus mit dem dargestellten Höhenkontrollalgorithmus.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform gemäß **Fig. 5** wird ein Teil des auf den Kameraausgang KA abgebildeten Zwischenbildfeldes mit einem ungeordneten Glasfaserbündel 15, das als Querschnittswandler dient in ein Diodenarrayspektrometer bestehend aus einem Gitter 13, einer Diodenzeile 13 und einer Auswerteeinheit 14 abgebildet, indem die Fasern in der Zwischenbildebene als Lichteintrittsbündel und vor dem Eintrittspalt 11 untereinander angeordnet sind. Hierdurch kann eine größere Fläche des Zwischenbildfeldes gleichzeitig spektral analysiert werden.

Die Auswertung und Defekterkennung sowie die Rasterbewegung und z-Kontrolle erfolgt wie bereits beschrieben.

Zur integralen spektralen Analyse des gesamten Zwischenbildfeldes wird in einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform gemäß **Fig. 6** ein anamorphotischer (zylinderoptischer) Querschnittswandler 16 zur Abbildung des Zwischenbildes in den Spektrometerspalt 11 verwendet, d. h. die Abbildungsmaßstäbe in Spaltrichtung und senkrecht zur Spaltrichtung sind unterschiedlich. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß das gesamte Zwischenbildfeld oder ein größerer Teil davon spektral analysiert werden kann.

Die Auswertung und Defekterkennung sowie die Rasterbewegung und z-Kontrolle erfolgen wie bereits beschrieben.

In einer weiteren Ausführungsform gemäß **Fig. 7** wird zur spektralen Analyse des gesamten Zwischenbildes eine Kamera K, die am Kameraausgang KA des Mikroskops montiert wird, verwendet.

Bei der Verwendung einer schwarz-weiß Kamera erfolgt die Analyse pixelweise durch Vergleich der Grauwerte, bei Verwendung einer Farbkamera durch eine pixelweisen Farbvergleich. Die Grauwerte bzw. Farben werden pixelweise gezählt und spektral nach Farbe bzw. Grauwert in einem Histogramm dargestellt. Alternativ kann die spektrale Farbinformation auch durch die Verwendung von zwei schwarz-weiß Kameras in Kombination mit unterschiedlichen Filtern, wie in WO 95/00871 und SCANNING, Vol.14, 1992, S. 145–153 beschrieben gewonnen werden.

Die Höhenkontrolle erfolgt durch ein Autofokussystem,

vorzugsweise durch das oben dargestellte Autofokusverfahren, die Defekterkennung durch den dargestellten Defekterkennungsalgorithmus.

**Fig. 8** zeigt eine weitere Ausführungsform, wobei die Weißlichtquelle durch eine Beleuchtung mit 3 verschiedenfarbigen Lasern L1–L3 ersetzt. Durch den Einsatz von Lasern können nun verschiedene Bildebene gezielt hervorgehoben werden. Das entstehende Spektrum besteht dabei nur aus den Linien der eingesetzten Laserwellenlängen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  und  $\lambda_3$ . Die integrale Anzahl der Ereignisse der jeweiligen Linien ist dem Flächenanteil der entsprechenden Fokusebene proportional. Beim Vorliegen von Defekten in diesen Ebene verringert sich die Anzahl der detektierten Photonen entsprechend, wie in **Fig. 9** für zwei Wellenlängen schematisch dargestellt.

Defekte äußern sich also nur in der integralen Anzahl der detektierten Ereignisse, nicht jedoch wie bei den Ausführungsformen mit einer Weißlichtquelle in auch unterschiedlichen Wellenlängen. Als Querschnittswandler 14 werden bei dieser Ausführungsform die in den beschriebenen Ausführungsformen dargestellten Querschnittswandler verwendet. Dargestellt ist die anamorphotische **Abb. 16**.

Bei der Defekterkennung wird der angegebenen Defekterkennungsalgorithmus vereinfacht. Nach Subtraktion der Spektren müssen nur im Bereich der verwendeten Laserwellenlängen Ereignisse über einer Rauschschwelle gezählt werden. Die Anzahl dieser Ereignisse ist dann dem Flächenanteil des Defekts auf der entsprechenden Höhenlinie proportional.

In Tabelle 1 sind für verschiedene Objektive die typischen Farbspreizungen angegeben.

Tabelle 1 Farbspreizung

	Vergrößerung	Farbspreizung in z-Richtung
10x		100 µm
20x		25 µm
50x		4 µm
100x		1 µm
150x		0.45 µm

## Patentansprüche

- Konfokale mikroskopische Anordnung bestehend aus einer Beleuchtungsanordnung zur rasterförmigen Beleuchtung eines Objektes, ersten Mitteln zur Erzeugung einer ersten wellenlängenselektiven Aufspaltung des Beleuchtungslichtes und zweiten Mitteln zur Erzeugung einer zweiten wellenlängenselektiven Aufspaltung des vom Objekt kommenden Lichtes, parallel für mehrere Punkte des Objektes sowie Detektionsmitteln zur Erfassung der durch die zweiten Mittel erzeugten Lichtverteilung.
- Konfokale mikroskopische Anordnung nach Anspruch 1, wobei die ersten Mittel mindestens ein optisches Element zur Erzeugung eines chromatischen Farblängsfehlers sind.
- Konfokale mikroskopische Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Objekt über eine Loch- oder Schlitzrasterscheibe beleuchtet wird.
- Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–3, zur Ermittlung von Abweichungen mindestens eines ersten Objektbildes von mindestens einem gleichzeitig oder vorher detektierten und/oder gespeicherten zweiten Objektbild

durch elektronischen Vergleich der detektierten spektralen Verteilung des ersten Probenbildes mit der des zweiten Probenbildes.

5. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–4, wobei eine Abbildung des beleuchteten Objektes auf den Eintrittsspalt eines Spektrometers erfolgt.

6. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach Anspruch 5, wobei der Eintrittsspalt in einer Zwischenbildebene angeordnet ist, in die das beleuchtete Objekt abgebildet wird.

7. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–6, wobei Mittel zur Anpassung eines vom beleuchteten Objekt erzeugten Zwischenbildes an den Eintrittsspalt eines Spektrometers vorgesehen sind.

8. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–7, mit Mittel zur Querschnittswandlung zwischen einer in Richtung der Detektion angeordneten Zwischenbildebene und dem Eintrittsspalt eines Spektrometers.

9. Anordnung nach Anspruch 8, wobei eine Faseroptik zur Querschnittswandlung vorgesehen ist.

10. Anordnung nach Anspruch 8, wobei eine anamorphotische Optik zur Querschnittswandlung vorgesehen ist.

11. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–10 wobei die Beleuchtung des Objektes mit Weißlicht erfolgt.

12. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–10, wobei die Beleuchtung des Objektes mit mindestens zwei Lichtquellen, vorzugsweise Lasern unterschiedlicher Wellenlänge und/oder mindestens einem Mehrlinienlaser erfolgt.

13. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–12, mit einer bewegten Rasterscheibe im Beleuchtungsstrahlengang.

14. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–12, wobei zur Erzeugung eines Scanvorgangs das beleuchtete Objekt bewegt wird.

15. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–14, mit einer Farb- oder Schwarzweißkamera im Detektionsstrahlengang.

16. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–15, wobei mindestens ein Prisma und/oder Gitter zur spektralen Aufspaltung vorgesehen ist.

17. Konfokale mikroskopische Anordnung, nach mindestens einem der Ansprüche 1–16, wobei als Detektionsmittel CCD-Zeilen oder Diodenzeilen vorgesehen sind.

18. Autofokus für ein konfokales Mikroskop, wobei mindestens punktweise eine spektrale Aufspaltung und Detektion eines wellenlängenselektiv beleuchteten Objektbildes erfolgt und aus der Bestimmung der Frequenz- und/oder Intensitätsabweichung von einem einer Objektlage entsprechenden vorgegebenen Referenzwert ein Steuersignal zur Verstellung der Fokuslage mittels der vertikalen Objektposition und/oder des Abbildungssystems des Mikroskopes erzeugt wird.

19. Verfahren zur Ermittlung von Abweichungen mindestens eines ersten Höhenprofils von mindestens einem gleichzeitig oder vorher detektierten zweiten Höhenprofil, vorzugsweise zur Erfassung und/oder Kontrolle von Defekten an Halbleiterstrukturen, vorzugsweise mittels eines konfokalen Mikroskopes nach ei-

nem der Ansprüche 1–18, wobei ein erstes Objekt mit einer Lichtquelle wellenlängenselektiv beleuchtet wird und das vom ersten Objekt stammende Licht detektiert und elektronisch mit einem vorher oder gleichzeitig detektierten zweiten Objekt verglichen wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei vor der Detektion eine weitere wellenlängenselektive Aufspaltung erfolgt.

21. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 19 oder 20, wobei ein Vergleich benachbarter Gebiete ein- und desselben Objektes erfolgt.

22. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 19–21, wobei ein Vergleich mit einem gespeicherten Objekt erfolgt.

23. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 19–22, wobei ein Vergleich durch Mittelung der Detektion mehrerer Objektgebiete oder Objekte und Bildung eines Referenzwertes erfolgt.

24. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 19–23, wobei ein Vergleich durch Subtraktion zweier aufgenommener und/oder gespeicherter Bilder erfolgt.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

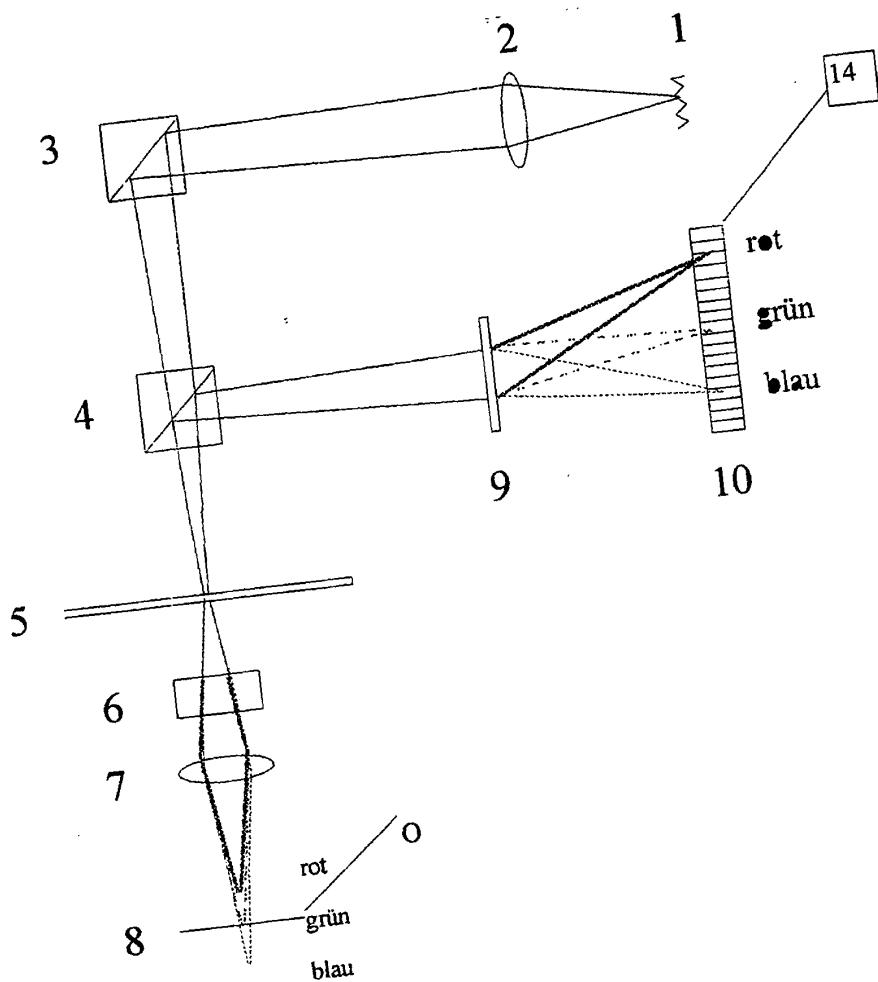
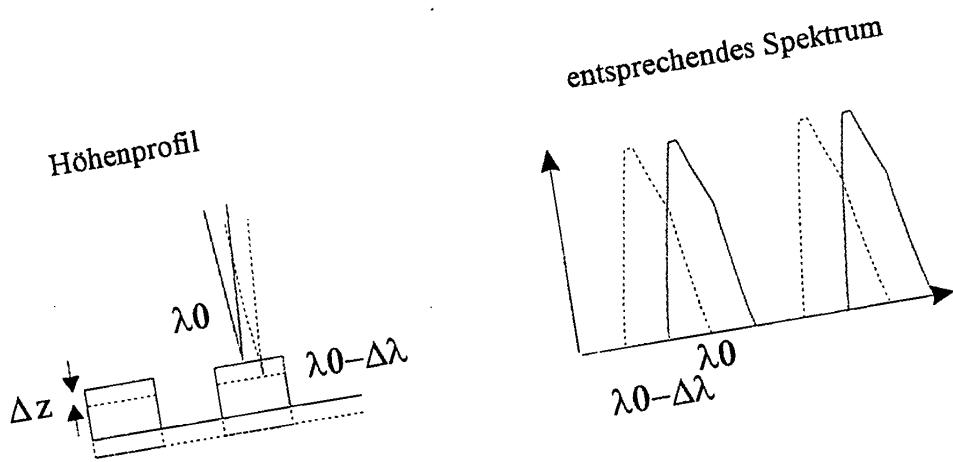
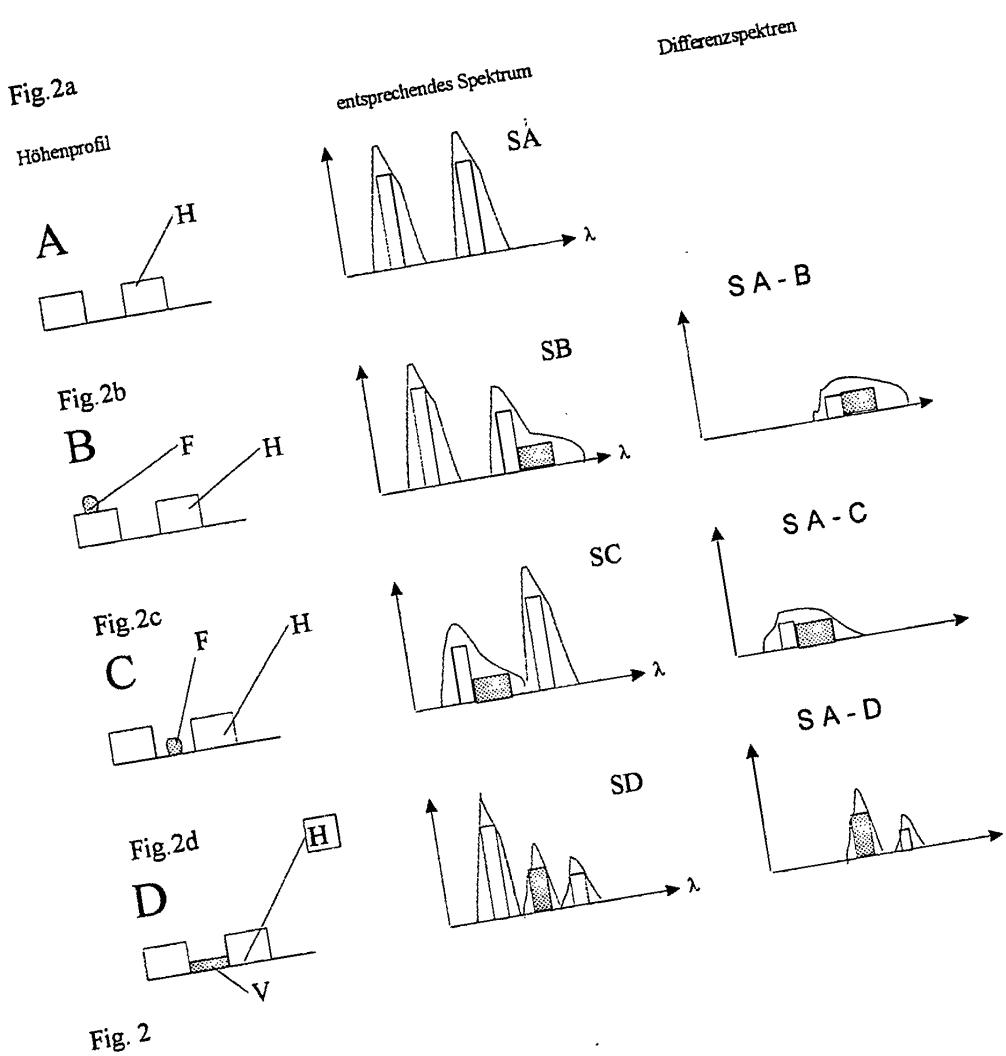


Fig. 1



802 040/587

**Fig. 3**

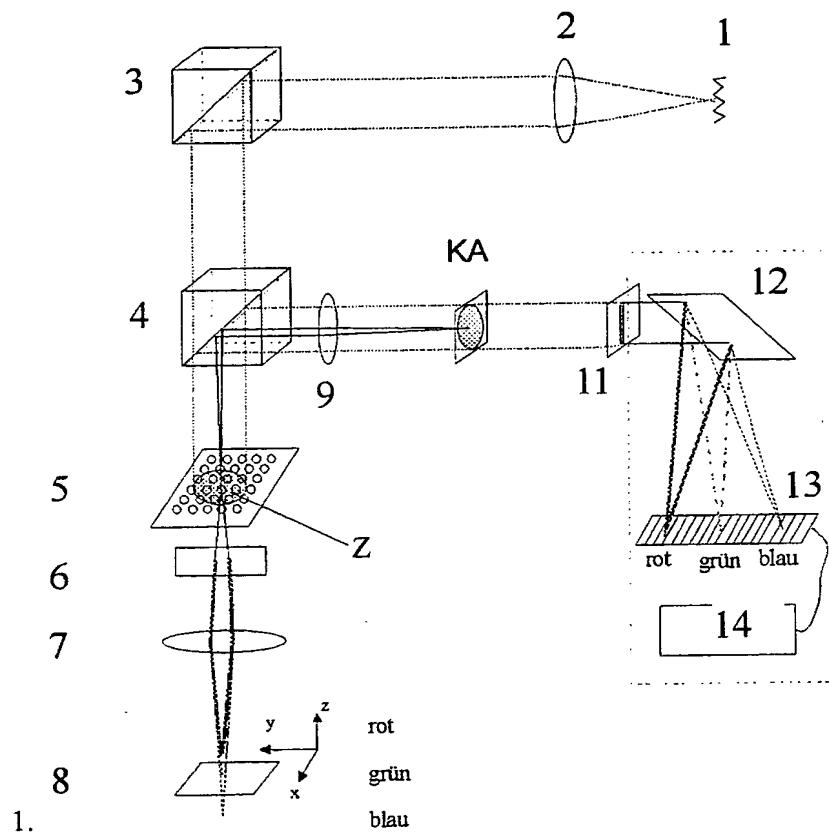


Fig. 4

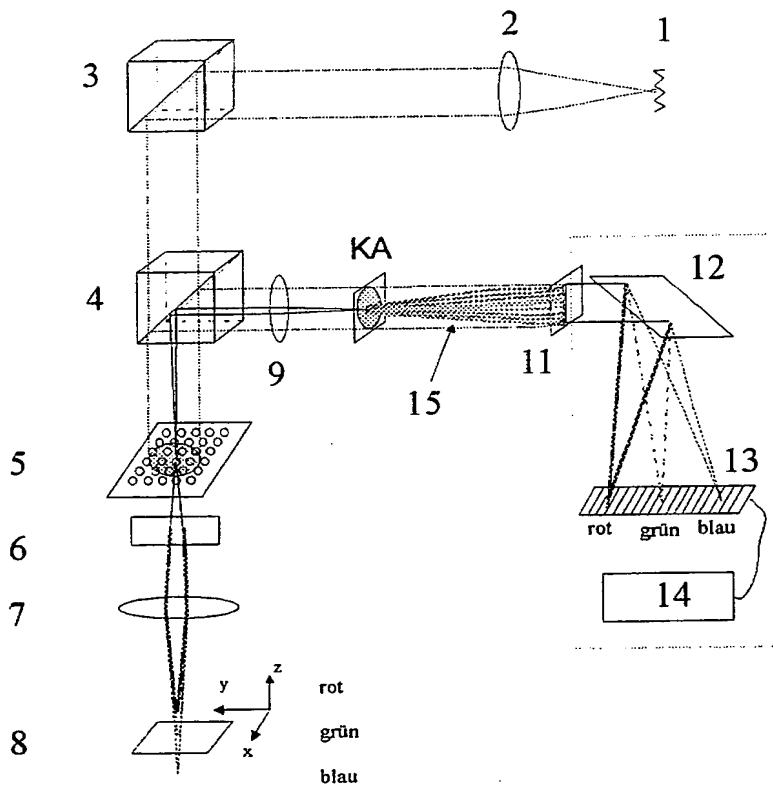
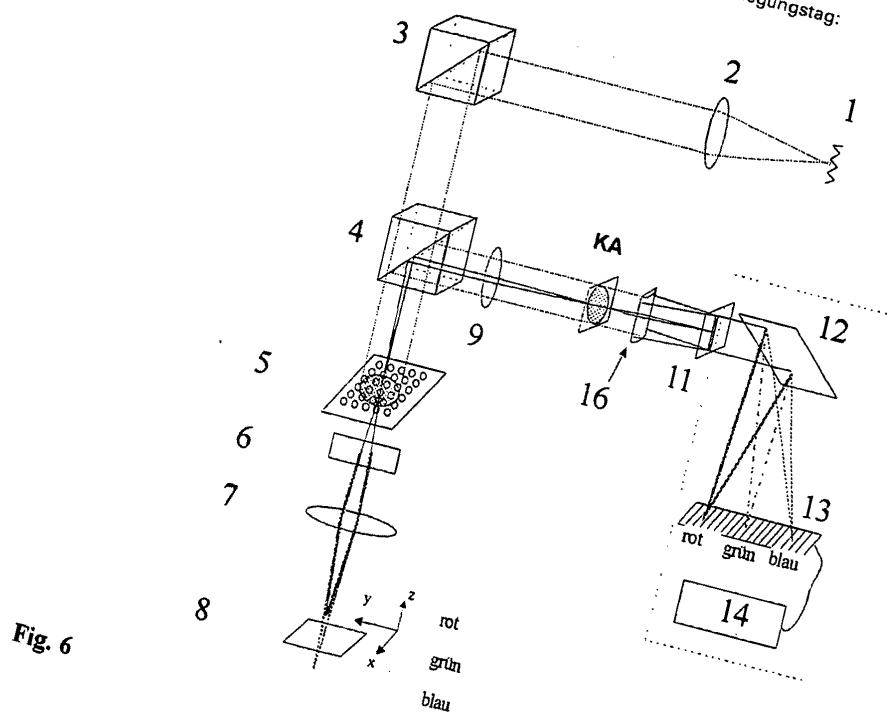


Fig. 5

Numm.  
Int. Cl. 6.  
Offenlegungstag:

DE 197 13 362 A1  
G 02 B 21/00  
1. Oktober 1998



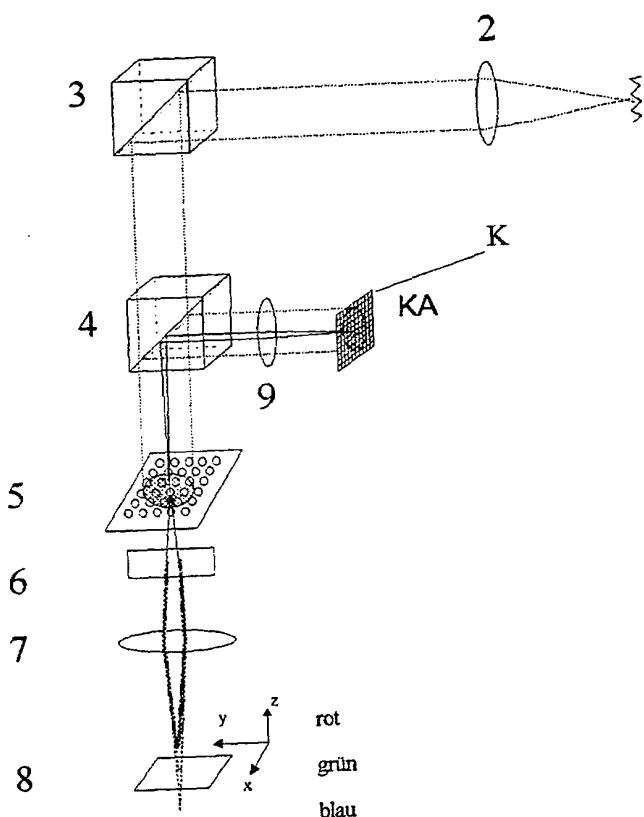
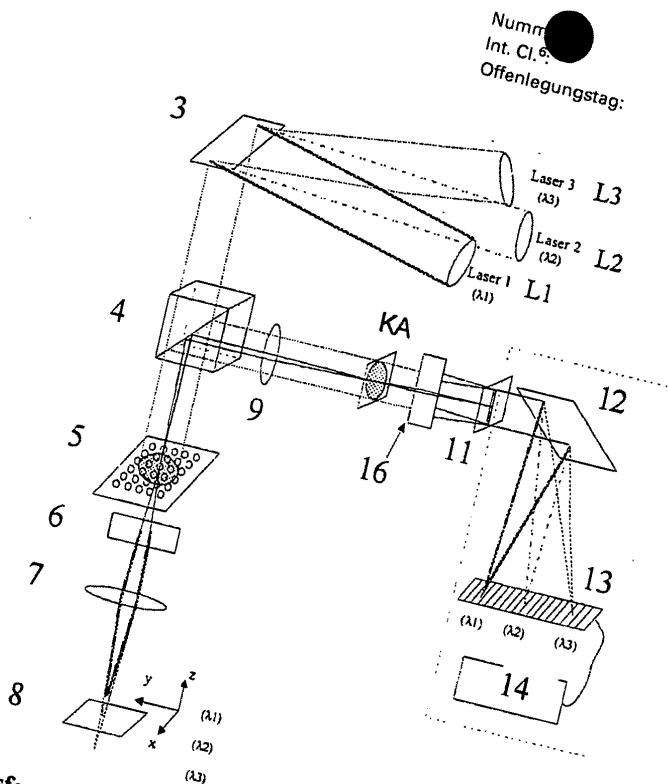


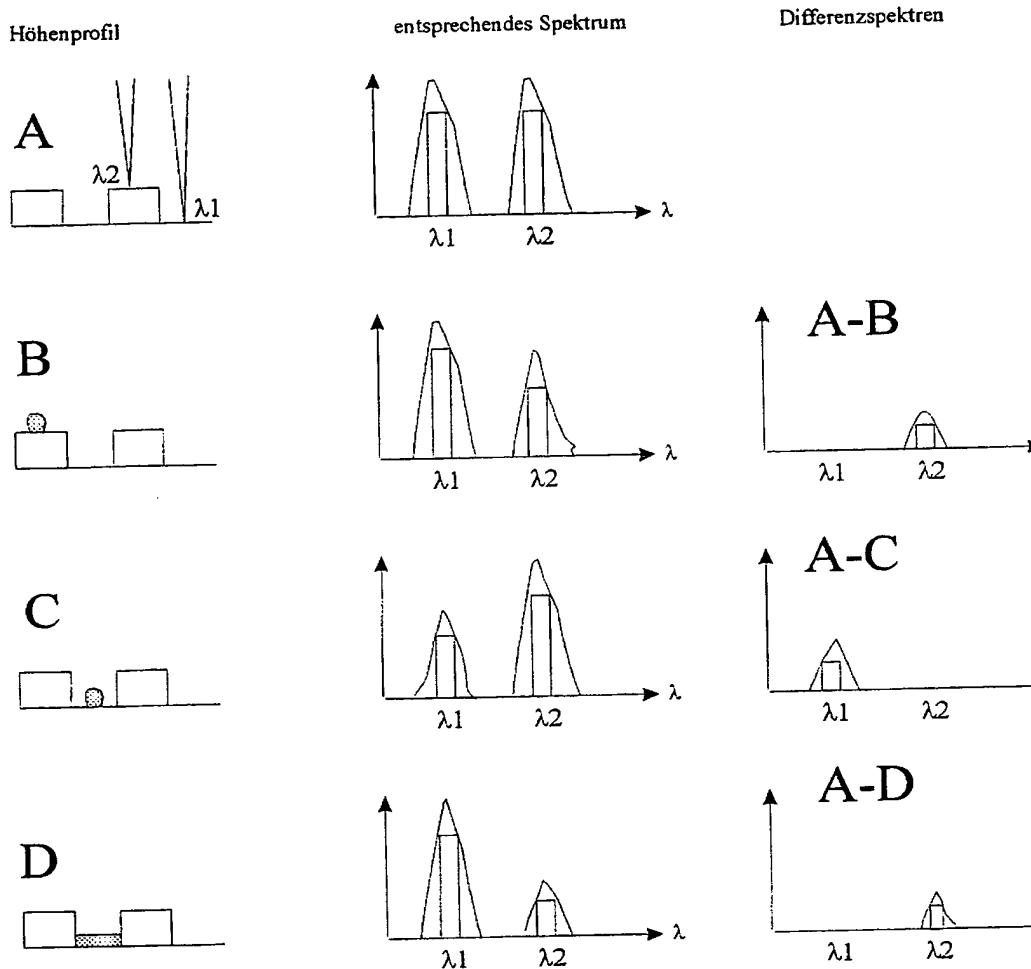
Fig. 7

Numm.  
Int. Cl. 6.  
Offenlegungstag:

DE 197 13 362 A1  
G 028 21/00  
1. Oktober 1998



The diagram shows a cube representing a beam splitter. Three arrows point away from the cube, labeled A1, A2, and A3, representing different light paths or colors emerging from the device.



**Fig. 9 : Spektren für verschiedene Höhenprofile bei Fokussierung auf zwei Ebenen mit den Laserwellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$ .**